

令和 7(2025)年度スルメイカ秋季発生系群の資源評価
CPUE 標準化・モデル診断結果(旧中型いか釣り漁業)

2025 年 11 月 28 日

水産研究・教育機構 水産資源研究センター 浮魚資源部 浮魚第3グループ

概要

データ	旧中型いか釣り漁業漁獲成績報告書(漁績)、漁船活用型調査(10隻、漁活)
対象	1日1隻あたり漁獲量(トン/日・隻)
データの利用可能な期間	漁績:1979~2024年漁期の4~翌3月(漁期年は4月~翌年3月) 漁活:2025年漁期6~10月
標準化に使用した期間	1981~2025年漁期の5~10月
標準化のためのデータ抽出	漁績および漁活データのうち、大海区3(日本海)の1,021,754件のデータから、資源量推定を行う1981年漁期以降かつ本系群の日本海での漁期に当たる5~10月のデータ(663,421件)を使用
使用した統計ソフト・パッケージ	R(4.4.3)を用いて計算。モデル選択ではMuMInパッケージ内のdredge、モデル構築にはglmmTMBパッケージ内のglmmTMBパッケージを使用
統計モデル	一般化線形混合モデル(GLMM) 応答変数はCPUE(トン/日・隻)、誤差はtweedie分布を仮定。リンク関数はlog
フルモデルで導入した説明変数	固定効果:年(カテゴリ)、月(カテゴリ)、海域(カテゴリ、調査標準化CPUEの海域と同じものを使用) 変量効果:年×月(交互作用)、漁船ID(カテゴリ)
最終モデルの選択方法	AICをモデル選択規準とし、dredgeによる総当たり法で選択(ただし、年を含むモデルから選択)
最終モデルで選択された説明変数	フルモデルと同じ
年トレンドの抽出方法	年毎の最小二乗平均(LSMEAN)
信頼区間の計算方法	ブートストラップ法(1,000回)により算出
標準化の結果	大まかな傾向はノミナルCPUEと変わらない。1980年代後半に増加し、その後増減しながら推移し、2010年代後半以降減少傾向にある。

1. 背景

スルメイカ秋季発生系群では、令和4年度より2021年漁期以降の資源量指標値の算出に旧中型いか釣り漁業のCPUE(1日1隻あたり漁獲量)を用いている。旧中型いか釣り漁業は日本海におけるスルメイカの主要な漁業であり、スルメイカの回遊に伴い大和堆や武蔵堆といった沖合の漁場を移動しながら自動いか釣り機を用いスルメイカを釣獲する。イカ類以外の混獲はほとんどなく、夜間にパラアンカ

一を流し一晚操業を行うことが基本であり、漁獲成績報告書（以下、漁績）から1日1隻あたりの漁獲量をCPUEとして得ることができる。

本系群の資源尾数は資源量指標値に比例定数 q を乗ずることで算出されることから、資源量指標値は資源量に直結するパラメータである。資源量指標値は昨年度の評価までは旧中型いか釣り漁業の単純な算術平均値（ノミナルCPUE）を用いてきたが、本漁業は過去からの漁船数の減少、漁場の縮小、来遊経路の変化に伴う漁場形成位置の変化があることがわかっており、資源の多寡以外の漁業依存情報を除いた標準化CPUEを用いることが課題となってきた。

以上のことから、今年度評価では、年毎の資源の多寡を抽出するため、CPUEの標準化を行った。

2. 方法

本系群の資源量を算出している1981年漁期以降について、漁績および当年については漁船活用調査データ（当業船10隻の日別釣獲データ、以下漁活）を使用し標準化を行った。前述の通り、本漁業はスルメイカの回遊とともに期間内に漁場を変遷することがわかっている。また、漁船規模もおおよそ180～190トン台が多いものの、90～200トン未満まで幅広く、また自動いか釣り機の積載数も船により異なる。以上から、説明変数には漁績および漁活の漁期年、月、操業位置、漁船IDを用いた。このうち操業位置は緯度経度に基づき、海域をA～Iの9海域に分けた。この海域分けは、調査標準化CPUEで用いている調査海域と、それ以外を我が国EEZ外と我が国EEZ内（133度以西の日本海）に分けたものを使用した（図1）。なお、本データにゼロキャッチデータは含まれない。

標準化のモデルには一般化線形混合モデル(GLMM)を用いた。モデルの応答変数はCPUEとし、tweedie分布に従うと仮定した。リンク関数にはlogを用いた。フルモデルの説明変数には、年のほかに、月、海域を固定効果に用い、変量効果として年と月の交互作用項(a)および漁船ID(b)を用いた。このとき変量効果は、平均0、分散 σ^2 の正規分布に従うものとした。

フルモデル（最終モデル）

$$\log(\mu_{ij}) = \text{Intercept} + \text{Year}_i + \text{Month}_j + \text{Area}_k + a_{ij} + b$$

$$CPUE_{ij} \sim \text{Tweedie}(\mu, \phi, p)$$

ここで、 μ は応答変数CPUEの平均値、iは年（1981～2025）、jは月（5～10月）、kは海域（A～I）、 a_{ij} は変量効果としての年と月の交互作用、bは漁船IDをそれぞれ示す。 ϕ は散布度パラメータであり、tweedie分布の分散の大きさに関する。 p は指数パラメータであり、平均と分散の関係（形状）を決定する。

3. 結果と考察

モデル選択は赤池情報量基準(AIC)に基づく総当たり法によって行い、最もAICの低いモデルを最終モデルとした。最終モデルにはフルモデルが選択された(表1)。分布モデルは、QQプロットによるモデルの診断において標準化残差(縦軸)の分布が標準正規分布(横軸)に大きく外れておらず、また各変数の残差プロットからもモデルに問題は無いと判断された(図2、図3)。モデルから各年の推定値を標準化CPUEとして求めた。最終モデルの ϕ および p はそれぞれ0.49および1.67であった。

図4および表2に得られた標準化CPUEを、図5に標準化CPUEと算術平均CPUEの比較を示す。長期的な変動傾向は共に、1980年代後半に増加し1990年代～2000年代前半に高水準になった後、増減し

ながらも減少傾向で推移し、2024年漁期に共に最小となった。また、CPUEが最大となった年は算術平均CPUEでは2002年漁期であるが、標準化CPUEでは1997年漁期であった。1980年代から1990年代前半にかけては標準化CPUEのほうが高い年が多かった一方で、2010年代以降は標準化CPUEのほうが低い年が多く見られた。本指標値を資源量算出に使用する2021年漁期以降は、2022年漁期を除き標準化CPUEのほうが低い値をとった。2025年漁期は、算術平均CPUEで前年比222%、標準化CPUEで198%となった。今後の課題としては、海域区分の再検討や、年や季節による利用海域の違いを考慮したモデルの検討、新たな説明変数の探索が挙げられる。海域については、今回、調査標準化CPUEの海域区分を使用しているが、例えば日本EEZ外の海域が単一になっていることもあり、より本漁業の実態に合った海区の利用が必要と考えられる。

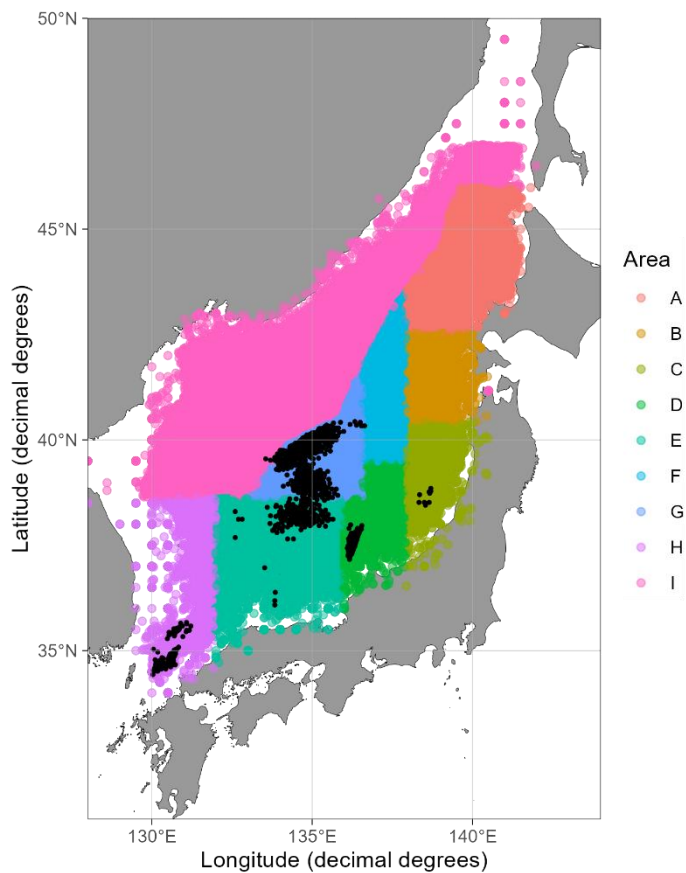


図1 調査データの海域分け
 各色はA~Iの各海域を、黒点は例として2024年漁期データを示す。

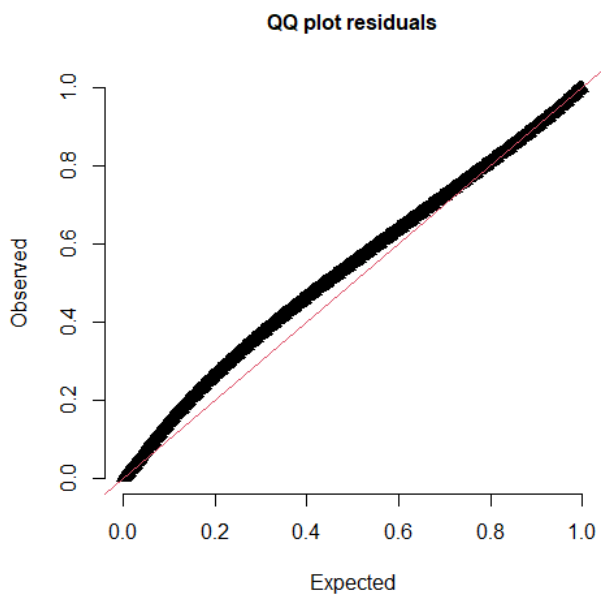


図2. ベストモデルのQQプロット

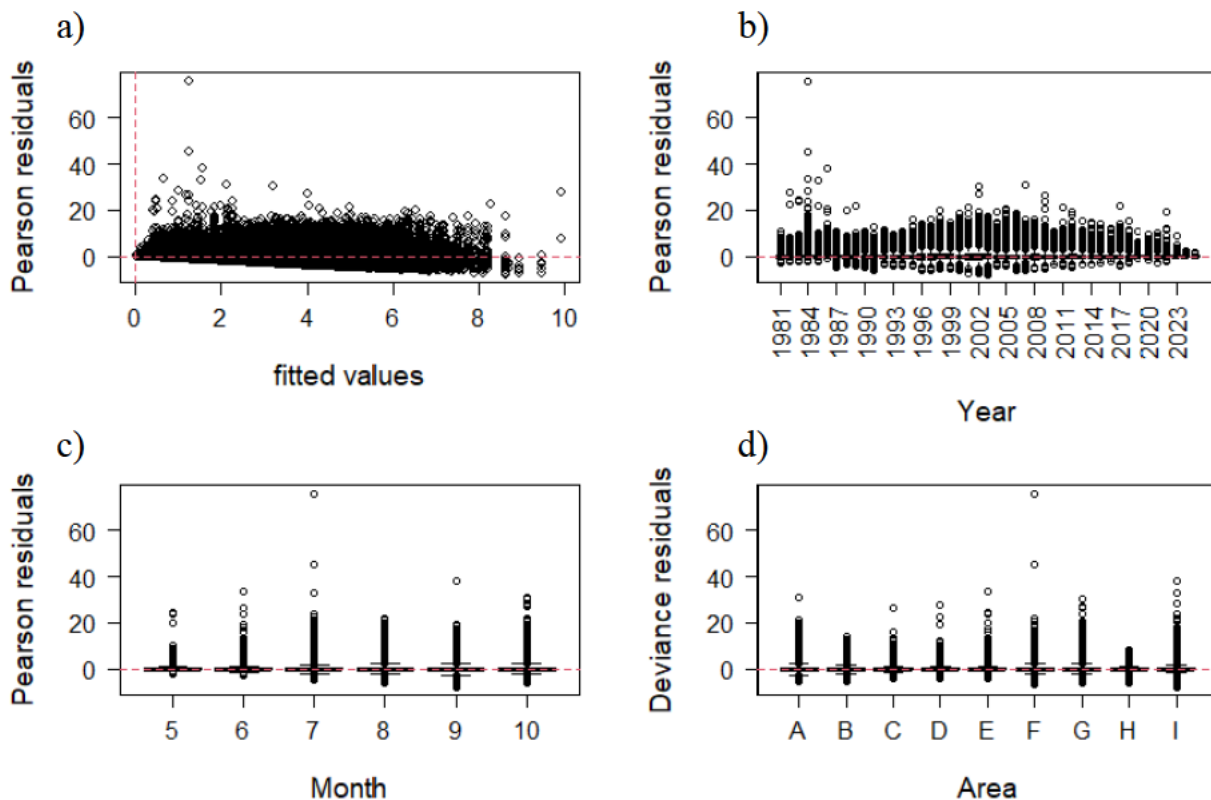


図3. 各変数の残差分布

a) 予測値、b) 漁期年、c) 月、d) 海域

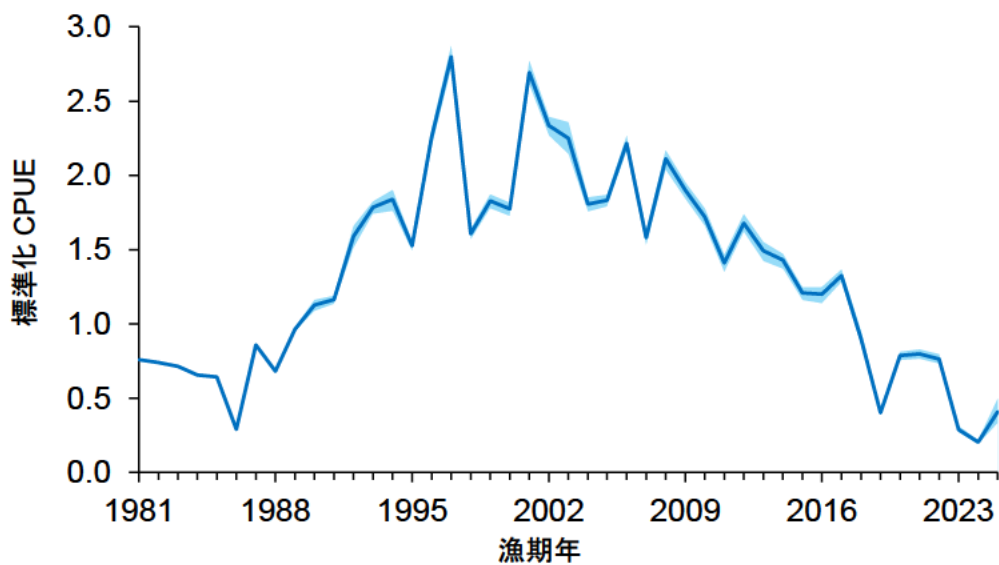


図4. 標準化 CPUE の推移 リボンは95%信頼区間を示す。

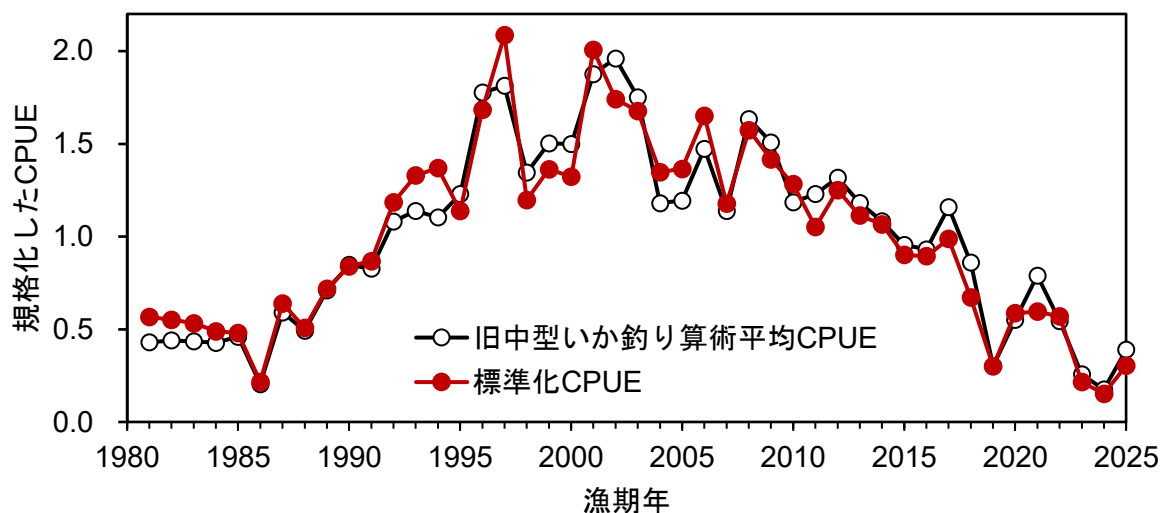


図 5. 旧中型いか釣り CPUE（算術平均値）と本資料で得られた標準化 CPUE 比較のために平均 1 となるように規格化した。

表 1. AIC による標準化モデル選択の結果

No.	Intercept	年	月	海域	漁船 ID*	年×月*	df	AIC	delta	weight
8	-0.790	+	+	+	+	+	62	1499265	0.0	1
6	-0.244	+	+		+	+	57	1499498	233.6	0
4	-0.230	+	+		+	+	18	1499676	411.2	0
2	0.197	+	+		+	+	13	1499710	444.9	0
7	-0.918	+		+	+	+	54	1506113	6847.9	0
5	-0.269	+		+	+	+	49	1506390	7125.0	0
3	-0.379	+			+	+	10	1506522	7256.9	0
1	0.140	+			+	+	5	1506569	7303.9	0

* は変量効果を示す。

表 2. 中型いか釣り標準化 CPUE および信頼区間

漁期年	標準化 CPUE	95%Lower	95%Upper
1981	0.760	0.618	0.934
1982	0.740	0.602	0.910
1983	0.715	0.581	0.879
1984	0.657	0.534	0.808
1985	0.644	0.524	0.792
1986	0.291	0.237	0.358
1987	0.859	0.699	1.057
1988	0.681	0.554	0.838
1989	0.964	0.784	1.186
1990	1.128	0.916	1.390
1991	1.164	0.946	1.433
1992	1.591	1.289	1.963
1993	1.785	1.449	2.199
1994	1.839	1.492	2.267
1995	1.527	1.240	1.880
1996	2.259	1.833	2.785
1997	2.799	2.272	3.448
1998	1.607	1.305	1.979
1999	1.829	1.485	2.253
2000	1.775	1.440	2.187
2001	2.693	2.183	3.323
2002	2.336	1.896	2.878
2003	2.250	1.825	2.774
2004	1.808	1.467	2.228
2005	1.832	1.488	2.256
2006	2.216	1.799	2.729
2007	1.580	1.282	1.948
2008	2.112	1.705	2.615
2009	1.901	1.542	2.345
2010	1.721	1.394	2.125
2011	1.411	1.142	1.745
2012	1.678	1.360	2.070
2013	1.494	1.206	1.851
2014	1.431	1.150	1.780
2015	1.209	0.977	1.496
2016	1.201	0.966	1.491
2017	1.326	1.068	1.645
2018	0.902	0.723	1.124
2019	0.403	0.322	0.506
2020	0.788	0.628	0.988
2021	0.799	0.637	1.003
2022	0.765	0.609	0.960
2023	0.290	0.231	0.364
2024	0.206	0.163	0.259
2025	0.408	0.280	0.595

本値は規格化していない。

付表 1. 最終モデルの推定パラメータ

Random effects:

Group	Name	Variance	Std.Dev
fgyosen	(Intercept)	0.1379	0.3714
fYear:fMonth	(Intercept)	0.0590	0.2428

Conditional model:

	Estimate	Std.Error	z value	p-value	Significance
(Intercept)	-0.789824	0.107011	-7.38	1.57e-13	***
fYear1982	-0.026466	0.140283	-0.19	0.850359	
fYear1983	-0.061131	0.140281	-0.44	0.662998	
fYear1984	-0.145135	0.140311	-1.03	0.300958	
fYear1985	-0.165205	0.140301	-1.18	0.238993	
fYear1986	-0.959353	0.140323	-6.84	8.10e-12	***
fYear1987	0.122723	0.140311	0.87	0.381763	
fYear1988	-0.109215	0.140344	-0.78	0.436455	
fYear1989	0.238155	0.140407	1.7	0.089852	.
fYear1990	0.39501	0.141033	2.8	0.005097	**
fYear1991	0.426828	0.140742	3.03	0.002424	**
fYear1992	0.738676	0.141794	5.21	1.89e-07	***
fYear1993	0.853799	0.141068	6.05	1.43e-09	***
fYear1994	0.883803	0.141588	6.24	4.32e-10	***
fYear1995	0.697596	0.141264	4.94	7.88e-07	***
fYear1996	1.089651	0.141691	7.69	1.47e-14	***
fYear1997	1.303668	0.141456	9.22	<2e-16	***
fYear1998	0.748861	0.141297	5.3	1.16e-07	***
fYear1999	0.878341	0.14134	6.21	5.15e-10	***
fYear2000	0.848149	0.141618	5.99	2.11e-09	***
fYear2001	1.265292	0.142093	8.9	<2e-16	***
fYear2002	1.123052	0.1415	7.94	2.08e-15	***
fYear2003	1.085625	0.141733	7.66	1.86e-14	***
fYear2004	0.866786	0.141547	6.12	9.14e-10	***
fYear2005	0.880053	0.141276	6.23	4.68e-10	***
fYear2006	1.070143	0.141279	7.57	3.60e-14	***
fYear2007	0.732235	0.141585	5.17	2.32e-07	***
fYear2008	1.022126	0.143493	7.12	1.05e-12	***
fYear2009	0.917158	0.141886	6.46	1.02e-10	***
fYear2010	0.817608	0.142267	5.75	9.08e-09	***
fYear2011	0.619005	0.142804	4.33	1.46e-05	***
fYear2012	0.792286	0.141994	5.58	2.41e-08	***
fYear2013	0.676054	0.143732	4.7	2.56e-06	***
fYear2014	0.632927	0.145271	4.36	1.32e-05	***
fYear2015	0.464604	0.143155	3.25	0.001173	**
fYear2016	0.457295	0.144791	3.16	0.001587	**
fYear2017	0.556563	0.144336	3.86	0.000115	***
fYear2018	0.170868	0.146341	1.17	0.242967	
fYear2019	-0.633548	0.148566	-4.26	2.00e-05	***
fYear2020	0.03583	0.148696	0.24	0.809588	
fYear2021	0.050338	0.148864	0.34	0.735254	
fYear2022	0.00623	0.14882	0.04	0.966609	
fYear2023	-0.964282	0.149333	-6.46	1.07e-10	***
fYear2024	-1.306539	0.150019	-8.71	<2e-16	***
fYear2025	-0.621362	0.213161	-2.91	0.003557	**
fMonth6	0.222328	0.056703	3.92	8.82e-05	***
fMonth7	0.591247	0.056717	10.42	<2e-16	***
fMonth8	0.843824	0.056806	14.85	<2e-16	***
fMonth9	0.893095	0.05681	15.72	<2e-16	***
fMonth10	0.719368	0.056799	12.67	<2e-16	***
AreaB	-0.091756	0.006762	-13.57	<2e-16	***
AreaC	-0.112286	0.006434	-17.45	<2e-16	***
AreaD	-0.200808	0.006527	-30.77	<2e-16	***
AreaE	-0.205435	0.004726	-43.47	<2e-16	***
AreaF	-0.046363	0.003818	-12.14	<2e-16	***
AreaG	-0.046508	0.003493	-13.32	<2e-16	***
AreaH	-0.149114	0.008463	-17.62	<2e-16	***
AreaI	0.097678	0.00336	29.07	<2e-16	***